

航空科学技術に関する  
研究開発課題の中間・事後評価結果

平成27年10月

科学技術・学術審議会

研究計画・評価分科会

# 目 次

○航空科学技術委員会 委員名簿 . . . . . 2

## <中間評価>

○航空環境技術の研究開発 . . . . . 3

○航空安全技術の研究開発 . . . . . 11

○次世代航空技術の研究開発 . . . . . 18

## <事後評価>

○次世代運航システム（DREAMS）技術の研究開発 . . . . . 24

## 航空科学技術委員会委員

	氏名	所属・職名
主査	李家 賢一	東京大学大学院工学系研究科教授
主査代理	高辻 成次	一般社団法人日本航空宇宙工業会常務理事
	鐘尾 みや子	一般社団法人日本女性航空協会理事長
	佐藤 哲也	早稲田大学理工学術院基幹理工学部教授
	鈴木 みゆき	ジェットスター・ジャパン株式会社代表取締役社長
	武市 昇	首都大学東京システムデザイン学部准教授
	竹内 健蔵	東京女子大学現代教養学部教授
	松島 紀佐	富山大学大学院理工学研究部教授
	宮下 徹	公益財団法人航空輸送技術研究センター常務理事
	山本 佳世子	株式会社日刊工業新聞社論説委員兼編集委員
	結城 章夫	山形大学名誉教授

# 「航空環境技術の研究開発」の概要

## 1. 課題実施期間 平成25年度 ～ 平成29(32)年度

### 2. 研究開発概要・目的

#### ○高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)プロジェクト

エンジンのファンおよび低圧タービンの差別化技術の燃費低減性能を実証し、国内メーカーが次の国際共同開発において設計分担を狙えるレベルまで技術成熟度を高める。

#### ○機体騒音低減技術実証(FQUROH)プロジェクト

空港周辺地域の騒音低減のボトルネックになっている高揚力装置および降着装置に対する低騒音化技術を、将来の旅客機開発ならびに装備品開発に適用可能な段階まで成熟度を高める。

上記に加え、航空環境に関する先進技術の研究開発を実施し、次世代超高バイパス比エンジン/次世代国産旅客機における燃料消費低減、排出物低減等の環境性能に訴求する性能要素における優位技術を獲得する。航空機の市場価値を決める技術に対し優位性、競争力を確保し、我が国産業界の国際的発言力の向上に貢献する。

航空輸送の環境負荷を低減する航空科学技術の研究開発に重点投資し、約10年後までに、燃費向上30%以上、離着陸騒音や有害排出物の低減で世界トップレベルの要素技術を確立し、市場競争力のある国産旅客機の開発及び国際共同開発における我が国製造産業の主体的参画に寄与し、持続的で豊かな社会の実現への貢献を通じた日本のプレゼンスの向上と、日本の航空産業の成長に寄与する。

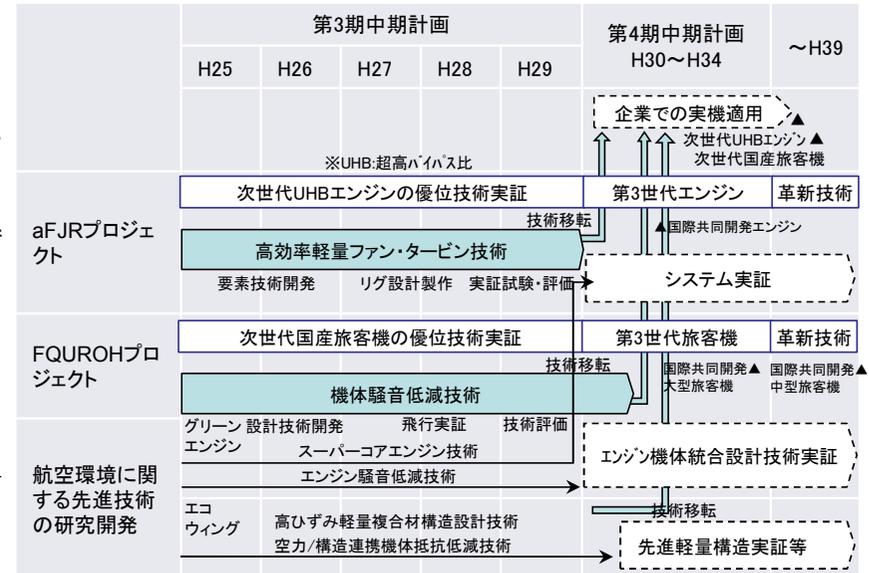
### 3. 研究開発の必要性等

航空機による旅客輸送量は、今後20年間で約2倍に増加すると見積もられ、それに呼応し航空機も約2倍の33,000機を超えると見られている。一方排出物に対する国際規制は強化される傾向にあり、CO2に関しては、IATA(国際航空輸送協会)では2050年までにCO2排出量を半減するという目標を掲げている。このような動向の中で、航空機の環境適合性能は航空機の市場価値を決めるものとなっており、環境負荷低減技術の獲得により国際的な競争力強化につながるものである。

また以下の国の施策に関連し、航空環境技術の研究開発は国として進める必要がある。

- ・経済財政運営と改革の基本方針2015について(骨太の方針):航空産業の振興
- ・第4期科学技術基本計画:グリーンイノベーションの推進、航空機の高効率化
- ・航空科学技術に関する研究開発の推進方策:環境負荷低減に資する研究開発
- ・戦略的次世代航空機研究開発ビジョン:「環境適合性」「経済性」の優位技術、ハインパクト技術
- ・航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ:我が国の航空産業の国際競争力強化に必要な機体及びエンジン技術

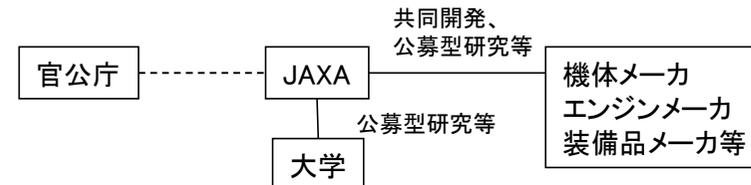
### 4. 研究開発のロードマップ



### 5. 予算の変遷(億円)

年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額(見込み)
予算額	10.6	18.1	17.7	(検討中)		(検討中)
(内訳) 運営費交付金	10.6	18.1	17.7	(検討中)		(検討中)

### 6. 課題実施機関・体制



# 中間評価票

(平成27年6月現在)

## 1. 課題名 航空環境技術の研究開発

## 2. 評価結果

### (1) 課題の進捗状況

#### 「必要性」

##### 【科学的・技術的意義】

複合材を活かした、エンジンの軽量化や翼の高効率化、航空機騒音低減に関する研究開発は、航空機の効率的運航や、航空機の飛行が環境に与える悪影響を低減させることを目指している。これは第4期科学技術基本計画で示された「出口志向の研究開発プロジェクト」「グリーンイノベーション推進」に沿うものである。特に次世代エンジン及び小型旅客機における燃費低減及び低騒音化等の環境性能に訴求する優位技術を獲得する意義は大きく、当技術を重点投資し、世界トップレベルの要素技術に確立することが重要である。

##### 【社会的・経済的意義】

地球温暖化対策は世界的な課題であるため、特に国際輸送を担うことが多い航空機においてはCO2等の排出量の低減は喫緊の課題である。特に世界の航空輸送量はアジアを中心に高い伸びが見込まれており、我が国の航空輸送における環境負荷低減に対する要請がますます高まることは明らかである。航空環境技術は欧米においても高い目標を掲げて研究開発が実施されている。IATAの2050年までにCO2排出量を半減する目標とも方向性を同じくする。

##### 【国費を用いた研究開発としての意義】

低燃費、低騒音化、排出物低減等についてはこれからますます要求が厳しくなってくると思われ、航空機メーカー、運航者全てに課せられた課題であるが、国内航空技術の中核的研究機関であるJAXAが果たすべき役割は大きい。高効率軽量ファン・タービン技術実証(aFJR)プロジェクト、機体騒音低減技術の飛行実証(FQUR0H)プロジェクト、航空環境に関する先進技術(グリーンエンジン技術、エコウイング技術等)はいずれも次世代旅客機への実用化が期待され、出口志向の研究開発となっている。これらの技術は、一企業で実施するにはリスクが高いため、国として研究開発をまず進めるべきである。

#### 「有効性」

##### 【新しい知の創出への貢献】

JAXAの優位技術であるシミュレーション技術を応用し飛躍的な軽量化を図る新概念設計や先進複合材の適用に必要な高精度評価により実用化を可能とし、独創性、発展性に優れている。

#### 【研究開発の質の向上への貢献】

現状の要素技術では光るものを持っているが、航空エンジン、主翼として仕上げた時に、競争力のある世界に優越する物ができるかという観点からは、更なる体制の強化が必要である。

#### 【実用化・事業化への貢献】

今後 10 年で、機体の燃費を 30%以上向上させることや、離着陸騒音や有害物質排出の低減目指している。航空機の環境負荷低減は航空機メーカーにおいても注目されている技術である。

この分野は国内メーカー等との共同研究開発、成果の民間への移転が容易な分野と考えられる。

#### 【行政施策への貢献】

第 4 期科学技術基本計画の出口志向、グリーンイノベーション推進に沿っている。また「航空科学技術に関する研究開発の推進方策について」において、航空輸送におけるエネルギー利用の高効率化及びスマート化、騒音低減等に資する出口指向の研究開発への重点化が提言されている。

#### 【人材の育成】

目標と期限の決まったプロジェクト活動により、各研究者の能力の集約と協働力を高めるとともに、技術実証により机上のアイデアを実証するまでの工学的なセンスを育てる。また各研究者が自身の専門分野を超えて幅広い航空分野の知識を深めることで、学際的な視野を身につけ、必要な技術課題の見極めや課題解決力を向上させる。さらに共同研究や公募型研究等を充実させれば、人材開発に資することは明らかである。例えば、aFJR プロジェクトでは基礎研究を進める国内大学と実機開発実績のある国内メーカーとの共同研究体制により、基礎から実用まで俯瞰し鑑定する能力を有する人材育成が見込まれる。航空機は高い技術力を集約する分野でハードの意識が強い。そのため、排出物低減や利用者の快適性向上のソフト的側面を重視した研究開発の人材を、今回の取り組みを通して育成できる点は魅力といえよう。

#### 【知的基盤の整備への貢献】

今や単独の技術革新によって画期的に性能が向上するというのは難しく、様々な要素技術の積み重ねにより航空機全体の低燃費、低騒音化、低エミッション化を図る必要があり、aFJR プロジェクト、FQUROH プロジェクト、航空環境に関する先進技術等各分野でそれぞれの研究成果をあげ、将来的にエンジン開発、機体設計ともに日本の技術の優位性が確立できるものと期待される。

#### 【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

本課題は産業競争力育成に繋がることが期待される。aFJR プロジェクトにおいては、JAXA により成熟度が高められた技術がファンタービンシステムに適用されることにより、我が国の国際共同開発におけるバーゲニングパワー獲得、更なる分担率の向上に繋がる。また、FQUROH プロジェクトにおいては、JAXA がシステム実証した低騒音化技術等が差別化技術として適用されることにより、国際競争力のある次世代小型航空機開発などに貢献し、我が国がリージョナルジェット分野で世界の確固たる地位を占めることに繋がる。

## 【これまでの成果】

本研究開発課題については、これまで以下の成果を得ており、目標設定に対して十分な成果が得られつつあり、所定の有効性を示す研究開発が適正に実施されていると判断する。

- ・ aFJR プロジェクトについては、次世代の超高バイパス比エンジンのファン及び低圧タービンに関し、トータル 1%相当の燃費低減を実現する目標設定を定め、実証試験を目指した研究開発計画を明確化するとともに、モデル試作・試験・解析を行って基礎データを取得し、低燃費化に資する高効率・軽量化設計の見通しを高めた。
- ・ FQUR0H プロジェクトについては、今後世界で低減が望まれる着陸時騒音の主音源である高揚力装置及び主脚における新騒音低減技術に関して、飛行実証を目指した研究計画を明確にした。また、JAXA 実験用ジェット機（飛翔）を用いた飛行実証に向け、低騒音化設計を進め、風洞試験による評価から、世界初となるフラップ騒音低減の飛行実証への見通しを得た。
- ・ 航空環境に関する先進技術の研究開発のうち、グリーンエンジン技術については、窒素酸化物の排出量を低減する燃焼器、騒音を低減する排気ノズル出口形状、燃料消費率を低減する高温／高圧ターボ機械設計技術等の要素技術を確立した。また、エコウィング技術については、重量低減のため、軽量複合材構造のキーとなる、複雑曲面自動積層適用技術、薄層プリプレグ等の研究開発を推進し、軽量化へのインパクトが高い、プライドロップオフ形状※1 についての解析方法を構築し、さらに抵抗低減のため、リブレット※2・層流翼・モーフィング※3 などの抵抗低減技術について研究開発を推進し、リブレットについては従来形状より抵抗低減率を約 2%向上させた世界トップレベルの独自形状を創出し設計手法を構築した。

※1 複雑部位などの複合材の板厚が変化する形状。複合材の積層構造の性質上、段差部分などに余分な材料が生じる。

※2 表面の微細な凹凸模様により摩擦抵抗を低減する技術

※3 形状変化により空力性能などを向上させる可変構造技術

「効率性」

## 【計画実施体制の妥当性】

aFJR 及び FQUR0H プロジェクトについては、JAXA 内にプロジェクトチームが設置され、JAXA において一定の期間内において目標を達成するための適切な体制が構築されていると判断する。また、共同研究や公募型研究等を通じ、実施機関である JAXA と産業界との連携を主軸とし、大学、官公庁と連携を強化し、JAXA の基盤的能力も含め、我が国全体の技術的能力が大いに活かされる実施体制が構築されていると判断する。例えば、

- ・ aFJR プロジェクトについては、先進技術導入設計を担当する JAXA、供試体製作や実用性評価を担当する国内メーカ（IHI）および解析技術の高度化等を担当する国内大学（東京大学、筑波大学、金沢工業大学）という各々の強みを生かした連携体制となっている。
- ・ FQUR0H プロジェクトについては、低騒音化の要素技術を有する JAXA と技術開発のニーズを有する航空機・装備品メーカ 3 社が一同に参画する共同研究体制により、実用化のため技術力の集約を図れる体制となっている。

どちらのプロジェクトも共に研究開発から開発技術の製品への実装まで、一貫通貫した体制で実施されており、研究開発全体を見ても限られた期間・リソースで目標を達成するために適切な体制と判断される。

#### 【目標・達成管理向上方策の妥当性】

ICAO 等世界的な動向に応じて、計画等に関して柔軟性を持って対応することが必要である。

#### 【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

限られたリソースで日本のプレゼンスの向上と航空産業の成長に効率的に寄与するため、10年20年先を見据えた優位性のある aFJR プロジェクト、FQUR0H プロジェクトに優先的に着手し、次いで重要な技術ではあるが日本として保有していない先進技術に重点投資している。また aFJR プロジェクト、FQUR0H プロジェクトでは、技術成熟度が低い要素技術研究・実証段階から企業と責任分担に応じて資金分担する、これまでにない費用構造となっている。責任に応じた資金分担は、参加各機関の意識向上に有効であり費用構造として妥当と思われる。とくにこの研究開発は予算規模も大きいだけに、この仕組みは国民の理解が得やすい形といえる。

#### 【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

適切な予算規模を考慮しつつ実機地上試験や飛行実証試験の実施を推進し、システム技術の実証と設計技術を確立することは研究開発のアプローチとしては優れている。一方、近い将来の航空機産業の国際競争力向上を意図するならば、各要素技術をインテグレートする知的基盤、体制が弱いこと等、日本の航空産業の問題点を認識し、その解決に向けての方策を積極的に取り入れるべきである。

#### 【ロードマップ】

以下の通り、産業界及びユーザーのニーズ等を考慮したロードマップを設定し、その進行・進捗の確認についても JAXA 内部における評価等を含め、組織的に管理することとしており妥当である。

##### ・ aFJR プロジェクト

平成 25 年度：燃費低減に関する実証試験を目指した研究開発計画を明確にした。

平成 26 年度：モデル試作・試験・解析による基礎データを得た。

平成 27 年度：モデル改良・試験・解析により基礎データを得る。

平成 28 年度：基礎データに基づいて供試体の設計製作に着手する。

平成 29 年度：ファンおよび低圧タービンの供試体を用いた実証試験を実施する。

##### ・ FQUR0H プロジェクト

平成 25 年度：機体騒音低減技術の飛行実証を目指した研究開発計画を明確にした。

平成 26 年度：飛翔の高揚力装置低騒音化の風洞試験データを取得した。

平成 27 年度：風洞試験データ取得、飛翔の改造設計を実施し騒音計測技術を改良する。

平成 28 年度：飛翔による飛行実証（予備試験）及び低騒音化改良設計を実施する。

平成 29 年度：飛翔による飛行実証（本試験）及び MRJ の低騒音化設計に着手する。

##### ・ 航空環境に関する先進技術の研究開発

（グリーンエンジン）

平成 25 年度：低排出燃焼器等のエンジン要素設計／試作を進めた。  
平成 26 年度：要素実験を行うとともに技術実証用エンジンの設計仕様を設定した。  
平成 27 年度：要素技術実証とともに技術実証用エンジンの基本設計を開始する。  
平成 28 年度：要素技術実証とともに技術実証用エンジンの要素性能評価を行う。  
平成 29 年度：要素技術実証と技術実証用エンジンの基本設計を完了する。

(エコウィング)

平成 25 年度：薄層化材料開発，抵抗低減要素技術検討を行った。  
平成 26 年度：軽量化設計および低抵抗設計技術を構築した。  
平成 27 年度：構造および空力の要素設計を行う。  
平成 28 年度：構造要素供試体および空力風洞試験供試体を製作する。  
平成 29 年度：軽量化設計および低抵抗機体設計の評価試験を実施する。

#### 【資金計画】

平成 25～27 年度：46.4 億円

欧米においても航空機の環境技術に関する取り組みは加速しており，研究開発に多額の投資がなされている。本研究開発の総予算規模については，JAXA がこれまでに生み出した成果等に鑑みると，現時点において資金計画は妥当であると判断する。

## (2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

### 「必要性の再評価」

世界の航空旅客数については今後 20 年で 2.5 倍に増加すると予測されており，航空交通の需要はますます伸びることが予想される。航空機の CO2 排出規制については，CAEP9(2013 年 2 月)で CO2 の規制指標と規制案の原案(Annex 16, Vol. III)が承認されたところ。規制のレベルや施行時期，規制対象，規制に向けた体制が CAEP10(2016 年 2 月)に合意され，2020 年から施行できるよう JAXA も参加して活発な活動が進められている。aFJR プロジェクトが目指す CO2 削減技術(燃費低減技術)が次世代航空機開発(EIS2025 年頃)にとって必須のものになる見込みである。騒音規制については CAEP/9(2013 年 2 月)において，新型式機への騒音規制強化(Chapter14)とその適用時期が合意された。排気ガス関係では，PM(粒状物質)に関して，これまでのフィルタ方式のスモーク数から PM の重量および数密度に規制方法を変換していくことが CAEP10 で合意される見通しであるため，JAXA でもそれに応じて PM の測定方法の変更を進めている。

以上，今後の航空輸送量の増大や世界的な環境問題に対する取り組みの高まりから，環境規制は一層強化される傾向にあり，環境技術の必要性はさらに高まっていることから，研究開発の必要性は認められるものと判断する。

### 「有効性の再評価」

骨太方針「経済財政運営と改革の基本方針 2014 について」で求められている「航空産業の振興」に貢献するものである。また「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン(文部科学省)」では，「航空機産業は関係省庁の連携の下で国が主導し，牽引すべき産業分野である」とし，JAXA の役割として，「航空機産業の発展に資するため，先進的な航空科学技術に関する研究開発の面から課題に取り組むこと」が求められている。またビジョンの「民間航空機国産化研究開発プログラム」において必須の課題

とされている「環境適合性」「経済性」に対応する技術開発である。さらに「航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ（文部科学省）」における我が国の航空産業の国際競争力強化に必要な機体及びエンジン技術に対応している。本研究開発課題では、これらの目標に合わせた研究開発計画を立てていることから、本研究開発の目標の有効性は維持されているものと判断する。

#### 「効率性の再評価」

aFJR 及び FQUR0H プロジェクトについては、JAXA 内にプロジェクトチームが設置され、一定の期間内において目標を達成するために産官学の強みを活かした適材適所の人員を集中的に投入できる体制が構築され、より効率的な体制となっていると判断する。また、産業界や学界との広範囲な連携はその実績を認めるとともに、今後も公募型研究等を推進し、日本の産学で眠っているシーズを発掘できる体制作りを積極的に進めるべきである。

#### 「今後の研究開発の方向性」

航空機の高いレベルの環境技術の獲得は、エネルギー消費量削減を可能とする技術であるだけでなく、航空機産業の国際競争力の強化にとって重要であり、国が主体的に研究開発を進める意義がある。文部科学省は戦略的次世代航空機研究開発ビジョンの実現に向け、エンジン技術の地上実証に必要な大型試験設備として、中小型機用で唯一の国産ジェットエンジンである防衛省の F7 エンジンの導入およびそれを要素技術実証のテストベッドとして運転するための試験設備改修について、予算獲得を進めている。機体技術に対するジェット FTB 等と同様に、エンジン技術についてもシステムレベルの技術成熟度を獲得することが可能となる見込みであり、国内連携によりこのエンジンを活用した活動にも力を注ぐ必要がある。

aFJR プロジェクトに関しては、我が国で既の実績を上げている分野に関して、JAXA が得意とする数値解析技術を活用して成果を出そうとする方針であり、あらかじめ定められた期間内に成果を出さねばならないという現状では、適切な計画であると判断される。ただし我が国のジェットエンジン技術を飛躍させるためには、「航空環境に関する先進技術の研究開発」の中でも取り上げられているような、どちらかという我が国において従来から余り得意としていなかった分野の強化が必要であり、これらの分野でも着実な研究開発の実施が望まれる。加えて TRL レベルの高い研究課題に関しては、獲得される技術を定性的、定量的にきちんと評価できるよう研究開発の指針を立てるべきである。また、技術に関する情報の共有と管理体制を明確化し、オールジャパンとしての技術の蓄積を考えた研究開発を行う必要がある。

FQUR0H プロジェクトに関しては、エンジン騒音のほうへ目が向けられやすい騒音関連技術において、何故機体騒音を低減すべきかという面での説明努力をより一層強化していくことが、本プロジェクトの有用性を社会に広く認識してもらうために重要である。

上記の項目・基準に基づき、課題の「継続」が妥当であると判断する。

### (3) その他





# 中間評価票

(平成27年6月現在)

## 2. 課題名 航空安全技術の研究開発

## 2. 評価結果

### (1) 課題の進捗状況

「必要性」

#### 【科学的・技術的意義】

第4期科学技術基本計画では「安全かつ安心で質の高い国民生活の実現」を、またこれを受けた文部科学省の航空科学技術に関する研究開発の推進方策では災害時を含めた運航の安全及び機体の安全確保に資する研究開発が示されている。本研究開発は、これらの行政施策に沿うものである。

#### 【社会的・経済的意義】

航空輸送は現在の経済活動や人間の生活にとって欠かせないもので、航空機の安全に係る技術開発は、航空交通網の充実や人間の社会活動におけるリスク低減のためにも必要性は十分にある。今後、航空機利用拡大は明らかであり、航空機移動に関してさらなる安全性の向上を図っていくことが重要である。

国内航空会社の事故の半数以上は乱気流による乗客、乗員の負傷によるものである。これらの事故は航空輸送需要増大に伴い、さらに増加することが考えられる。このためライダーを利用した機上の乱気流検知装置、および突風応答・荷重軽減装置の早期の開発と実用化が強く望まれる。

乱気流以外の気象現象として、世界的にみても過酷と言われる日本の冬期運航環境（雪氷・雷）がある。それに対して機体状況をモニタリングし運航マネジメントを行う技術および耐空性を向上させる設計技術等により、運航の安全性、乗客の利便性の向上をはかることも強く望まれる。

また、2011年の東日本大震災では、救援航空機など、航空機の必要性、重要性が再認識され、災害時に航空機を統合して運用するシステムなど、災害対応のための研究開発を進めることが必要である。さらに、災害時航空機統合運用システムは災害時に限らず過密運航している平時においても安全性を確保し対応できる汎用性を有するものであれば、その必要性はさらに増すこととなる。

#### 【国費を用いた研究開発としての意義】

航空機の運航側が提案する課題は、運航安全に直結するものであるが、技術開発には膨大な研究開発費と高い事業リスクがあるため国内メーカーだけでは投資が困難であり、国が行うべき研究開発として積極的に取り上げるべきである。

「有効性」

#### 【新しい知の創出への貢献】

乱気流中の機体の揺れ、翼振動を抑制する晴天乱気流検知・応答・荷重軽減システムの技術開発は、大学がもつ先進推定・制御技術、メーカーが開発中の高性能アクチュエータ技術も活用し、我が国の革新技術を統合したものであり、先導性、発展性に優れた技術である。

#### 【研究開発の質の向上への貢献】

気象要因の関与する事故が半数以上を占めることから、ウェザー・セーフティー・アビオニクス技術の実証（乱気流事故防止機体技術の実証（SafeAvio））プロジェクト、および防氷コーティング等航空安全に関する先進技術の研究開発は安全性の向上に寄与する最も重要な研究分野であり、災害対応航空技術の研究開発は災害時に必須の技術である。これらの技術の研究開発に取り組むことで安全・安心な社会へ意識を高め、安全及び防災に関する研究開発の質を向上させると思われる。

#### 【実用化・事業化への貢献】

SafeAvio プロジェクトにおいて開発されるライダーは、メーカーへの技術移転により次期旅客機での実現に繋がるものである。

#### 【行政施策への貢献】

「航空科学技術に関する研究開発の推進方策について」において、実施していく必要があるとされる「航空の安全性向上」に資する研究開発である。これらの技術は機体の安全確保及び運航の安全性確保に貢献するものである。

また災害時に救援航空機を一元的に統合するシステムは、自然災害の増加が懸念される現在の状況の中で、防衛関係官庁における実用化・事業化で有効性が認められる。なお、災害時も航空機は航空管制システムの中で運用されるものであり、この観点を含めた研究の実施が必要である。

#### 【人材の育成】

大学やメーカー等との共同研究や公募型研究の一層の充実強化は人材養成に資する。

#### 【知的基盤の整備への貢献】

安全性の研究は、広く多面的な研究の蓄積が必要な分野であり、我が国の各施策や諸外国の動きとの連携しつつ、国内のみならず、国際的な共同研究の努力を行い進めることが期待される。

#### 【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

乱気流に対処する研究は、国内航空会社における事故の半数以上を占めている現実を鑑み有効である。次世代旅客機の安全性を高めることは国民生活にとって重要なことであり、産業育成にも繋がる。

#### 【これまでの成果】

本研究開発課題については、これまで以下の成果を得ており、所定の有効性を示す研究開発が適正に実施されていると判断する。

- ・ SafeAvio プロジェクトにおいては、装置重量と観測性能に重要な構成部品を最適設計し、要素試作で性能向上を達成した。これにより、2012年開発モデルに比べ消費電力2割減、装置重量3割減の実

現性を確認した。(世界最高性能の更新)

- ・航空安全に関する先進技術の研究開発においては、受託研究や共同研究の実施、大手エアライン 2 社と定期的な意見交換会の実施により、世界トップレベルの撥水性能を有する防氷コーティングの開発や、世界初となる滑走路面の雪氷モニタリングセンサの開発を行い、特許出願を行った。機体動揺低減技術については、ライダーからの風速事前情報と機体の状態量を組み合わせた突風応答軽減制御ロジックの設計、実証のための風洞試験システムの概念設計を実施し、システムの成立性を確認した。
- ・災害対応航空技術の研究開発においては、内閣府防災訓練等でユーザーインターフェースなどのシステム仕様の妥当性を検証した。また、東日本大震災相当のシミュレーションにおいて、被害予測情報を活用した救命機会向上機能の成立性等を検証し、1人当たりの平均救出時間を約 12 時間短縮可能との見通しを得た。

これらは国民の安心・安全な社会構築に向け、大きな効果が期待できる成果といえる。

「効率性」

#### 【計画実施体制の妥当性】

この分野の研究開発は、エアライン、航空機メーカー、国土交通省、消防庁、警察、地方自治体、防衛省その他広く関係方面との密接な協力の下に行わなければ、実用性を高めることはできず、円滑に進められないが、本計画はこれら諸団体との連携が図られ、適切な計画・実施体制が構築されていると判断する。例えば、SafeAvio プロジェクトについては、「SafeAvio 研究会」を母体とする産学官連携の体制となっている。また JAXA 航空技術部門内に体制が構築され一定の期間内において目標を達成するための適切な体制となっている。

#### 【目標・達成管理の向上方策の妥当性】

災害対応航空技術の研究開発においては関係省庁、地方自治体との協力、SafeAvio プロジェクトでは、アビオニクス開発を目指す関係機関との連携、海外航空機メーカー (Boeing) との共同研究も積極的に進め、技術の出口との連携がなされており早期の実用化が期待できる点で達成管理の観点から妥当と思われる。

#### 【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

SafeAvio プロジェクトでは、乱気流検知と乱気流情報提供技術の実証を早期に行い、次のフェーズで機体動揺低減技術を組み込むなど段階的に実施する計画になっていることから妥当である。また体制の中では国土交通省航空局等の参画が示されており、統合的な航空輸送システムによるリスク低減に向け、電子航法研究所との連携も図りつつ推進されるため妥当である。

#### 【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

JAXA の持つ設備や共同研究先の設備を最大限に活かして実証を行う計画は、研究開発の手段やアプローチとして優れている。またライダー技術等 JAXA の優位技術を取り組む点も効率的で妥当である。なお、航空環境技術の研究開発と融合させて実用化に向けて進めると一層効率的である。

## 【ロードマップ】

以下の通り、産業界及びユーザーのニーズ等を考慮したロードマップを設定し、その進行・進捗の確認についても JAXA 内部における評価等を含め、組織的に管理することとしており妥当である。

### ・ SafeAvio プロジェクト

平成 25 年度：要素技術開発を実施した。

平成 26 年度：装置の設計・試作を実施した。

平成 27 年度：装置の製造を行う。

平成 28 年度：飛行実証を行う

### ・ 航空安全に関する先進技術の研究開発

平成 25 年度：ユーザーのニーズに基づき適切な研究課題を設定した。

平成 26 年度：研究課題への要求事項を明確にし、機体防着氷・雪氷滑走路技術の開発を進めて基本特許（防氷コーティング、滑走路雪氷センサ）を出願した。機体動揺低減技術の突風応答軽減制御ロジック及び風洞試験システムの概念設計を実施した。

平成 27 年度：メーカーと連携しながら機体防着氷・雪氷滑走路技術の機能・性能向上を進めるとともに、気象事前検知・対被雷技術・耐特殊環境エンジン技術の開発を開始する。

平成 28 年度：実証に向けた課題を洗い出し、技術開発を進め、地上実証のための装置開発を行う。風洞試験システムの詳細設計および製作をする。

平成 29 年度：開発し技術の地上実証を行う。

### ・ 災害対応航空技術の研究開発

平成 25 年度：航空宇宙機器を統合運用するシステムの概念設計を行った。

平成 26 年度：防災訓練およびシミュレーション結果を基にシステムの仕様を策定した。

平成 27 年度：実システムとシミュレータを接続した環境を構築し、システムの有効性を評価する。

平成 28 年度：実運用下での評価用システムの開発に着手する。

平成 29 年度：実運用下において実機による評価・実証及びシステムの維持設計を行う。

## 【資金計画】

平成 25 年～27 年：25.3 億円。

欧米においても航空機の運航安全に関する取り組みは加速しており、研究開発に多額の投資がなされている。本研究開発の総予算規模については、JAXA がこれまでに生み出した成果等に鑑みると、現時点において資金計画は妥当であると判断する。

## (2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

#### 「必要性の再評価」

世界の航空旅客数については今後 20 年で 2.5 倍に増加すると予測されており、航空交通の需要はますます伸びることが予想される。気象に起因する航空機事故は依然発生しており、運航・安全システム早期実現が、特にエアラインから求められている。このような状況の下、公共性が高く、国際基準のもとに整備が進められる運航・安全システムの研究開発は JAXA が取り組むべきテーマであり、必要性はさらに高まっていると判断する。

#### 「有効性の再評価」

骨太方針「経済財政運営と改革の基本方針 2015 について」で求められている「航空産業の振興」に貢献するものである。また「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン（文部科学省）」では、「航空機産業は関係省庁の連携の下で国が主導し、牽引すべき産業分野である」とし、JAXA の役割として、「航空機産業の発展に資するため、先進的な航空科学技術に関する研究開発の面から課題に取り組むこと」が求められている。またビジョンの「民間航空機国産化研究開発プログラム」において必須の課題とされている「安全性」に対応する技術開発であり、「乱気流検知能力の向上」が安全性に係る優位技術として位置づけられている。さらに「航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ（文部科学省）」における安全で効率的、低コストかつ環境に配慮した航空輸送システム、航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上に対応している。本研究開発課題では、これらの目標に合わせた研究開発計画を立てている事、および世界最高性能を目標としていることから、本研究開発の目標の有効性は維持されているものと判断する。

#### 「効率性の再評価」

SafeAvio プロジェクトについては JAXA 内に対応組織が設置されており、一定の期間内において目標を達成するための適切な体制が構築されていると判断する。また産学官の広範囲な連携はその実績を認めるとともに今後も積極的に進めるべきである。

#### 「今後の研究開発の方向性」

航空機の安全運航、機体の安全確保は国民生活にとって重要であり、国が主体的に研究開発を進める意義がある。その実現のためには、運航者であるエアラインおよび装備品メーカーとの連携が不可欠であり、今後より積極的な連携が望まれる。戦略的次世代航空機研究開発ビジョンにより産業化までの目標および日程が明確になったことから、最終的なシステムと産業化に不可欠な国際規格団体による標準化を意識しながら研究開発を進めるべきである。

また、共同研究等により産学官連携、特に大学からのシーズ発掘を行い、運航・機体安全に係る研究開発を進めることにより、人材育成と本分野における研究の層を厚くすることに貢献することにも留意すべきである。特に航空機事故の原因となる過酷な特殊気象への技術や、航空機事故の大半に関与するパイロットエラーへの対応技術等の異分野糾合による先進的な研究開発への挑戦も期待される。システム開発や飛行実証の企業群にとどまらず、アドバイザーとしてエアラインが参加した体制から、真に現場で役立つ技術開発となる期待が高い。

総じて、機体の実装される幾つかの技術の集合体として本研究開発が形作られたと判断され、このような体制のもとで研究開発を行おうとすることは理解されるが、それぞれの技術が、航空安全分野に対して、どのように、かつどの程度貢献するかの定量的な理解ができるよう今後説明していく必要がある。

また、一件異なるように見えるそれぞれのテーマであっても、お互いの関連性を精査し、協調して研究開発を続けていくことで、効率性がより高まるのではないかと考えられる。

上記の項目・基準に基づき、課題の「継続」が妥当であると判断する。

---

### (3) その他

・

# 「次世代航空技術の研究開発」の概要

1. 課題実施期間 平成25年度 ～ 平成29年度

## 2. 研究開発概要・目的

天候等の影響を受けない高高度において従来の(有人)航空機を遙かに凌ぐ長時間の運用を可能とする滞空型無人航空機システムについて、その実現に必要な先進技術の開発、ユーザコミュニティの構築と利用研究、ならびにシステム開発及び実証試験を実施する。

航空機の燃費や整備費を大幅に削減可能な革新的技術として将来有望な、電動化航空機技術の研究開発を行うことにより、国際的に優位性を持つキー技術を獲得する。

## 3. 研究開発の必要性等

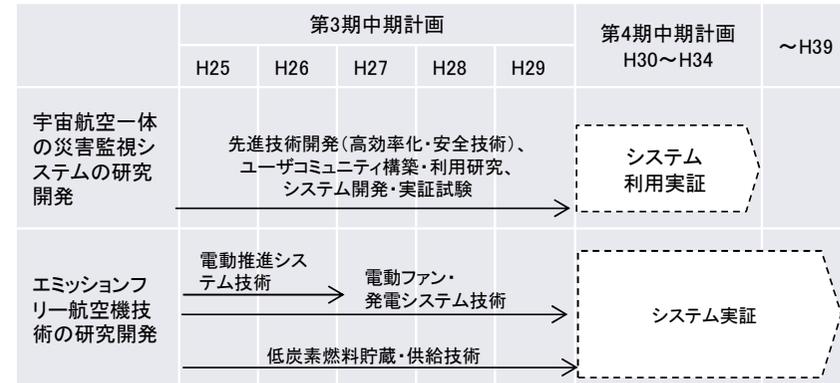
長時間の運用が可能な滞空型無人航空機システムの実用化によって、我が国の任意の陸域/海域における詳細かつ連続的な観測・監視が可能となる。これは人工衛星による観測・監視能力を補完・補強するものであり、両者の連携によって、防災をはじめ、環境保全、安全保障等、社会的課題の解決に幅広く貢献することができる。また、我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上、システムインテグレーション技術の蓄積や人材育成等による研究開発能力の向上なども期待される。本研究開発には、航空機の先進的・基盤的技術と、利用研究/利用実証のための関連技術・インフラ等が必要となるため、我が国唯一の航空科学技術の中核的研究機関であり宇宙開発利用機関でもあるJAXAが取組むことが効率的である。

IATA(国際航空輸送協会)が掲げる「2050年までにCO<sub>2</sub>排出量半減」という目標を達成するためには革新的技術の導入が期待されている。電動化は高いエネルギー効率を実現でき、燃料消費や整備費を大幅に削減できる可能性があり、有力な革新技術候補である。

また以下の国の施策に関連し、社会的価値が高く、国として進める必要がある。

- ・経済財政運営と改革の基本方針2015について(骨太の方針):航空産業の振興
- ・航空科学技術に関する研究開発の推進方策:独創的で多様な基礎研究の強化の一つとして電気推進航空機技術及び無人航空機技術の研究開発の強化
- ・戦略的次世代航空機研究開発ビジョン:先端研究の推進(電動航空機/無人航空機)
- ・航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ:航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上、我が国の航空産業の国際競争力強化に必要なエンジン技術

## 4. 研究開発のロードマップ

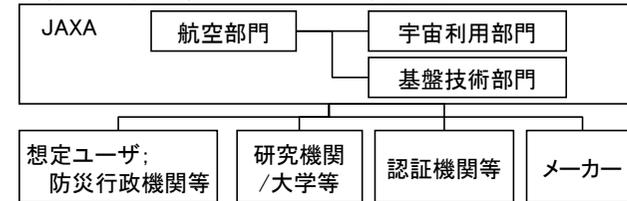


## 5. 予算の変遷(億円)

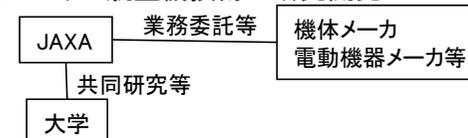
年度	H25	H26	H27	H28	H29	総額(見込み)
予算額	1.5	1.5	1.5	(検討中)		(検討中)
(内訳)運営費交付金	1.5	1.5	1.5	(検討中)		(検討中)

## 6. 課題実施機関・体制

＜宇宙航空一体の災害監視システムの研究開発＞



＜エミッションフリー航空機技術の研究開発＞



# 中間評価票

(平成27年6月現在)

## 3. 課題名 次世代航空技術の研究開発

### 2. 評価結果

#### (1) 課題の進捗状況

##### 「必要性」

##### 【科学的・技術的意義】

滞空型無人航空機システムは宇宙航空一体の災害監視システムの一部として、その滞空性能により平時及び災害発生時において、多様な地域での観測・監視を可能とするプラットフォームとしての航空機の能力を飛躍的に向上し、航空利用の世界を革新するものである。電動推進航空機はエミッションフリー航空機の一形態として、燃費や整備費の大幅な削減につなげ、国内産業の強みを活かした新しい航空機技術としての発展性を有し、環境適合性及び安全性向上に資する優位性の高い独自の技術として、先導性、革新性を有するものである。両研究は、課題遂行の過程で航空機開発に役立つ革新技術が生まれ、さらに技術を支える新しい科学的知識や理論・解析が蓄積されていく可能性があるという点でも必要性が認められる。なお、滞空型無人機航空機システムの意義を明確にする上で、宇宙航空一体の災害監視システムとすることが有益であり、現在は相互補完が十分とは言えない衛星計画との調和もさせながら進める必要がある。その際、宇宙と航空の役割分担を明確にした上で、具体性をもつてのぞむべきである。

##### 【社会的・経済的意義】

滞空型無人航空機システムの必要性は、昨年福島第一原子力発電所事故の際の空中からの放射線測定において痛感された。自然災害の多い我が国が世界に率先して災害監視システムを研究開発することは、これまでできなかった災害監視に資する可能性があり、国民の安全安心に資するのみならず重要な世界貢献である。また防災面のみならず防衛面においても潜在的なニーズがある。

##### 【国費を用いた研究開発としての意義】

滞空型無人航空機システムは、上記社会的意義から国が整備・保有すべきものであり、その実現に不可欠な研究開発を国として推進する必要がある。また、電動推進航空機、水素エンジン等の開発は今後航空機に求められる環境負荷軽減の革新的技術となる可能性があり国のニーズに合致するものの、民間には着手しにくい負担でもあり、JAXA が貢献すべき分野が多いと考えられる。

##### 「有効性」

##### 【新しい知の創出への貢献】

滞空型無人航空機システムの研究開発によって得られた技術的成果は、航空輸送における環境負荷低減／安全性向上に資する技術として発展が期待される。また、システム・インテグレーション技術の研究開

発能力の向上も期待される。航空機の電動化技術についても、効率性の高いモーター、バッテリーといった要素技術開発に加え、それらを統合するシステム・インテグレーション技術への取り組みを同時に注力する必要がある。

#### 【研究開発の質の向上への貢献】

本課題は、航空産業の未来を担う挑戦的課題であり、フロンティアに常に挑む JAXA の研究開発の質の向上に資するものである。

#### 【実用化・事業化への貢献】

滞空型無人航空機は災害対応を含めた国の安全保障への貢献を目的にしたものであり、運用目的に対応した基礎技術に着目して研究を進めていくことが必要である。また、宇宙航空一体の災害監視システムの一部として、災害監視システムを利用するユーザー側との調整や、衛星計画との調整を密接に行うことにより、大きな効果が期待される。

#### 【行政施策への貢献】

「航空科学技術に関する研究開発の推進方策について」において、独創的で多様な基礎研究の強化の一つとして電動推進航空機技術に係る研究開発の推進が提言されている。

#### 【人材の育成】

航空機システム開発実証において、次代を担う優秀な人材の確保と養成に貢献する。

#### 【知的基盤の整備への貢献】

事業期間の5年間で、“3. 11”の災害現場でも活用できる程度の無人機や電動化技術の構築は難しいと思われる。しかし、先駆的な課題に取り組むことは知的基盤整備に有効であると共に、航空科学技術の長期目標も考慮し、基礎科学技術への目配りをする余裕をもって課題に取り組んでいけば、さらに有効性は高まるものと思われる。

#### 【見込まれる直接の成果、効果及び波及効果の内容】

我が国航空技術の国際的プレゼンスの向上が期待される。また、将来実用化されれば、地球環境負荷軽減のみならず、航空機の燃費、整備費も大幅に削減され運航者の利便性も向上する。

#### 【これまでの成果】

本研究開発課題については、これまで以下の成果を得ており、所定の有効性を示す研究開発が適正に実施されていると判断する。

・滞空型無人航空機システムにおいては、土砂災害に対する全天候常時監視ミッションのシステム/運用コンセプトを具体化し、その実現に必要な主要技術課題を識別するとともに、ETOS（可用性）評価によって滞空性能要求を設定。その実現に必要な主要技術課題として、荷重分散コンセプトによる軽量機体構造（構造重量比 25%）、高空過給エンジンシステム（比出力 0.4kW/kg、燃料消費率 0.25kg/kWh）、低レイノルズ数・可変ピッチプロペラ（推進効率 85%）を識別し、技術的実現性を確認した。

- ・電動推進航空機技術においては、多重化モータ、位置エネルギー回生システム等独自の電動推進システムを考案し、航空機に搭載して世界初の有人飛行実証に成功した。また燃料電池とガスタービンのハイブリッド発電システムを考案した。

「効率性」

【計画実施体制の妥当性】

滞空型無人航空機システムの研究開発では、実用に繋げるために、防災機関等の想定されるユーザーや認証機関との連携を構築し共同で利用実証を行う計画になっており、出口を指向した適切な体制が検討されていると判断する。また航空機の電動化技術については、機体、電動機器メーカー等との業務委託、大学との共同研究により実施する計画実施体制になっており、産学官のそれぞれの強みを生かした妥当な体制となっていると判断する。なお、滞空型無人航空機システムについては、先進的な航空技術とともに宇宙関連技術・インフラを必要とする場合、JAXA 航空部門と宇宙部門による一体的な体制作りが有効である。

【目標・達成管理向上方策の妥当性】

防災行政・認証機関からのニーズ、あるいは当該機運航時の規制等を把握しつつ、意義、目標、利用体制を明確にした上で研究を進めること。その際、行政機関との密接な連携の下に進めることにより、効率を向上させ、目的を達成することができる。

【費用構造や費用対効果向上方策の妥当性】

電動推進航空機、水素エンジン等の研究は今後航空機に求められる環境負荷軽減の方向性と合致しており、航空環境技術の研究開発とも相乗し効率性が発揮される。

【研究開発の手段やアプローチの妥当性】

モーターその他の電動機・電気技術に多くの経験を有する企業の参画は重要である。  
外国の研究機関とも連携共同して進めることも効率的に成果が得られると考えられる。

【ロードマップ】

以下の通り、ロードマップを設定し、その進行・進捗の確認についても JAXA 内部における評価等を含め、組織的に管理することとしており妥当である。

・滞空型無人航空機システム

平成 25～26 年度：ミッション及びシステム概念検討、ならびに以下の主要課題に対する技術検討（実現性確認）を実施した。

- 荷重分散コンセプトによる軽量機体構造
- 高空過給エンジンシステム
- 低レイノルズ数対応可変ピッチプロペラ

平成 27～29 年度：システム設計/利用研究を進めるとともに、軽量機体構造の設計高度化/試作評価、実用推進システムの概念設計/BBM 開発実証、運航に関する手順及びシステム仕様の策定/シミュレーション検証、想定ミッションに係る主要技術課題の実現性確認/開発実証等を実施し、システム開発に必要な技術基盤を構築する。

#### ・電動推進航空機技術

平成 25 年度：考案した独自の電動推進システムを製作し，地上試験等を実施した。

平成 26 年度：飛行許可を取得しシステムインテグレーションと飛行実証試験を実施。

平成 27 年度：電動推進システム飛行試験の成果に基づき企業・大学連携を促進する。

平成 28 年度：ハイブリッド発電システム等ハイリスク技術の設計検討を実施する。

平成 29 年度：ハイリスク技術についても課題解決策を考案し航空機適用性を評価する。

#### 【資金計画】

平成 25～27 年度：4.5 億円

欧米においても次世代の航空機に関する取り組みは加速しており，研究開発に多額の投資がなされている。本研究開発の総予算規模については，JAXA がこれまでに生み出した成果等に鑑みると，現時点において資金計画は妥当であると判断する。

### (2) 各観点の再評価と今後の研究開発の方向性

#### 「必要性の再評価」

防災をはじめ，環境問題，安全保障等，社会的課題解決等，我が国の国民生活の質の向上に資する飛躍的な変革をもたらすブレークスルー技術の実現に向けた，その芽となる技術の開発や将来の航空機技術の飛躍的発展の鍵となる可能性のある先端研究は JAXA が取り組むべきテーマであり，必要性はさらに高まっていると判断する。今後は，本技術の具体的な適用先（用途や機体規模等）も並行して検討することが望ましい。

#### 「有効性の再評価」

骨太方針「経済財政運営と改革の基本方針 2015 について」で求められている「航空産業の振興」に貢献するものである。また「戦略的次世代航空機研究開発ビジョン（文部科学省）」では、「航空機産業は関係省庁の連携の下で国が主導し，牽引すべき産業分野である」とされている。この次世代航空機研究開発を支える横断的施策として「社会に飛躍的な変革をもたらす航空輸送ブレークスルー技術の実現のため，将来の航空機技術の飛躍的発展の鍵となる可能性のある先端研究」に取り組むべきとされており，電動航空機技術や無人航空機技術は対応する技術開発である。さらに「航空科学技術に関する研究開発の推進のためのロードマップ（文部科学省）」における航空機利用による社会生活の危機対応能力の向上や，我が国の航空産業の国際競争力強化に必要なエンジン技術（長期）等に対応している。本研究開発課題では，これらの目標に合わせた研究開発計画を立てていることから，本研究開発の目標の有効性は維持されているものと判断する。

また，国際的に，JAXA の FEATHER プロジェクトにおいて開発された電動グライダーの飛行試験が行われていることが評価されている。米航空宇宙学会誌（Aerospace America）の 2014 年 12 月号に 2014 年内に行われた航空科学技術開発の注目すべきトピックが取り上げられているが，その一つに FEATHER プロジェクト飛行試験のことが取り上げられている。

米航空宇宙学会は，国際的な学会であり，FEATHER プロジェクトが取り上げられたことは，我が国の当該技術開発分野におけるプレゼンスを高めることに大変有効である。注目が維持されるよう今後さらに研究開発を推進していくことが期待される。

#### 「効率性の再評価」

産学官の広範囲な連携はその実績を認めるとともに今後も積極的に進めるべきである。

#### 「今後の研究開発の方向性」

重要な基盤技術であるが企業が手を出せない領域であることから JAXA が率先して取り組むべきであるが、想定ユーザである防災行政機関や技術の受け取り手となる産業界との連携の促進を図ることが必要である。無人航空機については、宇宙分野と航空分野の研究開発能力を合わせ、より広い災害時ミッションに対応するため宇宙と航空の一体化を強化することが重要である。また電動航空機については、水素社会に向けた我が国の研究開発の進展と歩調を合わせつつ、より具体的な目標を定め研究開発を進めるべきである。

宇宙航空一体の災害監視システムについては軍事目的の無人偵察機開発技術と部分的に被るのではないかという懸念がある。境界領域をはっきり認識したうえで、JAXA のスタンスをはっきりさせて今後の開発に臨む必要がある。

電動化航空機技術の研究開発は、航空機の環境性能を高める技術でもあり、今後益々重要性を増すと考えられ、本テーマに関する着実な研究実施が望まれる。ただし、現在の電動推進システム技術の飛行実証に関しては、対象が軽量小型機に限られている。完全な電動推進を目指すという観点からは、現在の技術では小型機に適用に限られることは認められるが、電動化技術は推進機に限ったものではなく、航空機二次動力システムのような装備品に関する技術も多く関係している。この分野について研究開発を行うことは、民間旅客機分野に対する当該分野への貢献を行うことに繋がり今後検討すべきである。

上記の項目・基準に基づき、課題の「継続」が妥当であると判断する。

---

#### (3) その他

.

# 「次世代運航システム技術の研究開発」の概要

## 1. 課題実施期間 平成16年度～26年度

中間評価 平成20年度及び平成25年度、事後評価 平成27年度を予定

## 2. 研究開発の概要・目的

### 高精度運航技術

国際的な構想に準拠して国土交通省が推進している「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン(CARATS)」実現のため、次世代運航システム(DREAMS)において空港容量の拡大、就航率の向上、運航効率・安全性の向上に資する気象情報、低騒音運航、高精度衛星航法、飛行軌道制御、防災・小型機運航の技術を獲得する。

そして、産業界等の外部機関における成果の利用の促進を図り、運航関連機関やメーカーに対し技術移転を行うと共に、キー技術を国際技術基準として国際規格団体へ提案する。

## 3. 研究開発の必要性等

### 高精度運航技術

航空交通需要の大きな伸びに対応するため、安全性・利便性を確保しつつ高密度運航を行うには、衛星航法、データリンクを活用し、各航空機の機上装置を最大限活用した運航を可能とする次世代運航システムが必要とされている。

### 研究開発ロードマップ

年度	H16	H17	H18	H19	H20	FY21	FY22	FY23	FY24	FY25	FY26	FY27	FY28	FY29
主要マイルストーン (航空局、防災機関)						CARATS長期ビジョン▼	▼CARATSロードマップ			▼防災機関による評価			CARATS意志決定③▼	
DREAMS マスタースケジュール					▼準備審査	▼SRR	▼SDR	▼移行審査	▼CDR	開発完了審査▼	▼プロジェクト解散▼			
	要素技術研究	概念検討	概念設計	計画決定	基本・詳細設計	製作	技術実証	標準化・技術移転	定常組織で標準化支援					

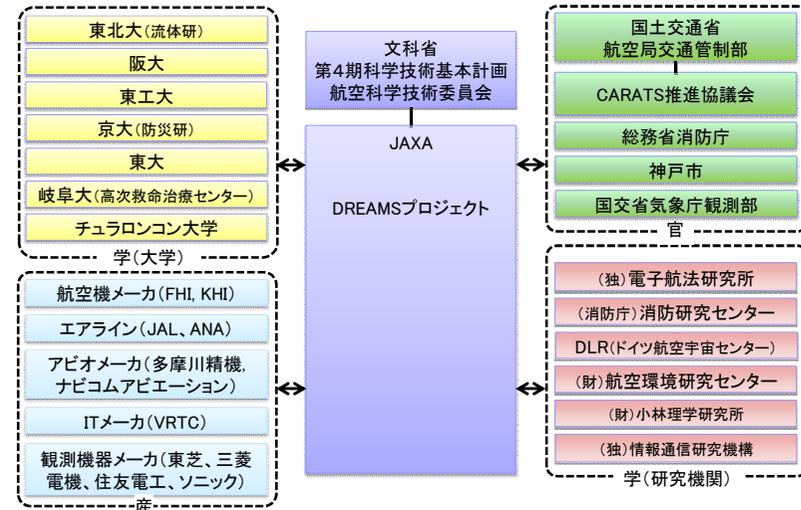
備考: SRR..システム要求審査、SDR..システム設計審査、CDR..詳細設計審査

## 4. 予算の変遷

年度	H16	H17	H18	H19	H20	H21	H22	H23	H24	H25	H26	総額
予算額	0.4	0.1	1.2	1.2	2.3	2.3	3.1	3.6	5.4	5.4	2.7	27.7
(内訳)運営費交付金	0.4	0.1	1.2	1.2	2.3	2.3	3.1	3.6	5.4	5.4	2.7	27.7

(億円)

## 5. 課題実施機関・体制



## 6. 主な成果

- ①気象情報に関して、DREAMS技術に基づく新しい空港風情報(ALWIN: Airport Low-level Wind Information)技術がCARATS施策への導入が決定され、FY28より気象庁での運用が開始される予定。
- ②低騒音運航に関して、本研究開発で実証された最適運航経路生成技術による騒音暴露面積の縮小効果をICAO航空環境保全委員会にて報告。(H27.4)
- ③高精度衛星航法に関して、電離圏異常下でのGBAS利用性を99%以上に保つ技術の実証結果を国際規格団体(RTCA)へ報告(H27.3)。Best Paper Award 受賞(ITC-CSCC 2012)、技術移転1件
- ④飛行軌道制御に関して、設定された曲線経路への追従性を実験用航空機により実環境下で検証し、国際規格団体(IGWG)に報告。(H26.10)
- ⑤防災・小型機運航に関して、D-NET仕様に準拠した消防防災ヘリコプター用動態管理システムを総務省消防庁及び自治体が導入(FY26より運用開始)。新潟県中越地震、東日本大震災、首都直下地震、南海トラフ巨大地震にて、D-NETの有効性をシミュレーションにより検証、1.8~3倍の救助能力向上を確認。受賞2件(H26年度日本航空宇宙学会技術賞、「ジャパン・レジリエンス・アワード2015」優秀賞)、4件の技術移転を実施。

# 事後評価票

(平成27年6月現在)

## 4. 課題名 次世代運航システム (DREAMS) 技術の研究開発

### 2. 評価結果

#### (1) 課題の進捗状況

##### 「必要性」

航空交通需要の大きな伸びに対応し、安全性・利便性を確保しつつ高密度運航を行うために、衛星航法、データリンクを活用し、各航空機の機上装置を最大限活用した運航を可能とするシステムが必要とされている。このような状況を受け、米国 NextGen、欧州 SESAR プログラムで次世代航空交通管理システム構築を目指した研究開発が精力的に実施されている。国内においても国土交通省航空局による「将来の航空交通システムに関する長期ビジョン (CARATS)」の下、安全性向上、航空交通量増大への対応、利便性の向上、運航の効率性の向上等を目標としてロードマップが作成された。

本課題は、平成16年に開始され、平成20年に中間評価が行われた「運航安全・環境保全技術の研究開発」の2つの研究開発項目のうちの1つであった「高精度運航技術」研究開発を独立させたものである。我が国でもLCC(ロー・コスト・キャリア)が登場するなどの航空交通需要の大きな伸びに対応するため、「高精度運航技術」の重要性が認識されたことによる。

こうした運航・安全システムの研究開発においては実験用航空機や飛行シミュレータ等の大規模な試験設備が必要であるが、民間においてこれらの設備を独自に保有することは困難なこと、運航・安全にかかる研究開発はその波及効果が大いこと、さらに国際基準のもとに整備が進められる運航・安全システムの研究開発は公共性が高いこと等から、公的機関が担うべきといえる。また、運航システムの研究開発は技術移転によりアビオニクス(航空用電子機器)産業の育成への寄与も期待できる。

DREAMS プロジェクトの目的は大きく2つある。1つ目は、CARATS と連携し、次世代運航システムに係るうち JAXA が優位性を持つ5分野(気象情報、低騒音運航、高精度衛星航法、飛行軌道制御、防災・小型機運航)において技術を獲得し、運航関連機関やメーカーに対し技術移転を行い、産業界等における成果の利用促進を図ること。2つ目として、キー技術を国際基準として国際規格団体へ提案することを目的としている。民間航空機運航の規模が大きい我が国にとって国際的な貢献は重要であり、本研究開発は必要性の観点から妥当であった。

##### 「有効性」

本研究においては当初、以下の5項目の技術開発を目標としていたところ、CARATSにおける46の施策と37の研究開発項目に対応するための検討、及び民間航空機運航の規模が大きい我が国の状況を勘案し、以下の①-⑤を最終的な開発対象とし、成果を国際機関に提言することを目標として設定した。

- ・乱気流を予測、回避誘導することによる運航への影響の低減
- ・飛行経路の最適化による地上騒音の低減
- ・GPS 受信機と INS（機上の慣性航法装置）とを複合した超小型航法装置（位置センサ）を搭載し、国土交通省航空局が整備・運用する衛星航法システム（GBAS（地上局による GPS 補強）及び SBAS（衛星による GPS 補強））等を利用した精密進入航法の実現
- ・地上管制と同等の信頼性をもつ自動間隔確保システムの実現
- ・災害時の高密度運航環境下での異常接近等の低減

- ① 後方乱気流・低層風擾乱による影響予測により、管制間隔を短縮する気象情報技術
- ② 騒音暴露の予測により、経路最適化を実現する低騒音運航技術
- ③ 電離圏異常時であっても GBAS を利用した精密進入を可能とする高精度衛星航法技術
- ④ GBAS 利用により、直線進入と同等の精度で曲線進入を可能とする飛行軌道制御技術
- ⑤ 救援航空機の情報共有と最適運航管理を実現する防災・小型機運航技術

DREAMS プロジェクトでは①から⑤に関し、それぞれ (2) の項で示されているように成果を得ており、さらに国際標準規格の提案に向けて、国際民間航空機関（ICAO）、欧州委員会（EC）WakeNet（後方乱気流研究会議）、国際 GBAS ワーキンググループ（IGWG）、米国航空無線技術委員会（RTCA）にて成果を報告しており、国際的なプレゼンスの強化に努めていることも妥当と判断する。これは平成 20 年の中間評価で提示された意見「国際規格の提案を具現化する上では、国際機関である ICAO（国際民間航空機関）や国際規格制定に影響力のある米国のメーカー団体 RTCA（米国航空無線技術委員会）等での検討の場において、国あるいは国を代表する専門機関として意見を述べていくための環境作りを行うことが重要である」に適切に対応していると判断する。

以上の結果より、目標設定に対して十分な成果が得られたと考えられ、所定の有効性を示す研究開発が適正に実施されたと判断する。

#### 「効率性」

##### 【適切な役割分担による効率的な研究開発の実施】

DREAMS プロジェクトでは、協力協定、共同研究、委託契約が結ばれ航空機の運航にかかわる行政機関、国内の研究機関及び産業界、大学、また同様の取組みを行う外国政府、国際機関とも連携を適切に行っており、また、当初予定を超えて、より多くの関係者が参加し、広がりを得ることができた。関係者が、それぞれ得意とする分野を持ち出し連携協力しながら、研究課題の重複等を避けリソースを無駄にしない効率的な研究開発を行ったと判断する。

- ① 官では、航空局（CARATS 推進協議会）、総務省消防庁、神戸市消防局、気象庁、厚生労働省
- ② 学（研究機関）では、電子航法研究所、消防研究センター、ドイツ航空宇宙センター（DLR）、航空環境センター、小林理研研究所、情報通信研究機構
- ③ 学（大学）では、東北大、大阪大、東京大、京大防災研究センター、岐阜大高次救命センター、チェラロンコン大学（タイ）
- ④ 産では、FHI、KHI、JAL、ANA、多摩川精機、ナビコムアビエーション、VRTC、東芝、三菱電機、三

菱スペースソフトウェア、住友電工、ソニック

#### 【ロードマップ】

DREAMS プロジェクトでは、

- ・平成 23 年度：プロジェクト化し、詳細設計を実施した。
- ・平成 24 年度：詳細設計結果に基づきシステムの製作を実施した。
- ・平成 25 年度：製作したシステムの技術実証、防災機関による評価を実施した。
- ・平成 26 年度：CARATS と連携して次世代運航技術を国際規格として提案した。また、災害情報ネットワークについては消防・防災機関に技術移転した。

進行・進捗管理に関し、CARATS、産業界及びユーザのニーズ等を考慮したロードマップを設定し、JAXA 内部における評価等を含めて組織的に確認、管理を行っている。

#### 【資金計画】

- ・平成 16～20 年度：5.2 億円
- ・平成 21～26 年度：22.5 億円
- ・総額：27.7 億円（実績）

欧米においても航空機の運航安全に関する取り組みは加速しており、研究開発に日本と比べて多額の投資がなされている。日本は、当初の資金計画内において研究活動を実施しており、本研究開発の総予算規模については、JAXA がこれまでに生み出した成果等に鑑みると、資金計画は妥当であったと考えられる。

以上により、実施体制、ロードマップ及び資金計画について、関係機関との連携、ユーザーのニーズ等を踏まえた設定・管理がなされるとともに、DLR 等との国際的な協力の下で事業が実施されており、効率性の観点から妥当であったと判断する。

#### 評価結果

以上の結果より、本研究開発の課題達成度は妥当であると考えられる。

#### （２）成果

本研究開発の結果、主に以下の成果を得た。

- ① 気象情報技術に関し、後方乱気流の挙動を予測し、離着陸時の管制間隔を短縮する技術を開発。また、低層風擾乱による運航障害の発生を予測し、着陸可否の判断をサポートする手法を世界で初めて開発。気象庁への技術移転が決定した。本システム（新しい空港風情報（ALWIN；Airport Low-level Wind Information）は「レーダー・ライダーの高度化」の実用化技術として CARATS 施策への導入が決定され、平成 28 年度に羽田、成田空港において実運用開始の計画となっている。
- ② 低騒音運航技術に関し、風や温度分布等の気象影響を考慮し、高精度かつ高速で騒音伝搬予測を可能とする技術を開発。この予測技術により高密度運航であっても地上騒音を抑制する進入経路設定を可能と

し、実測値との比較で誤差 3dB 以下であることも実証済みである。この技術の有効性を踏まえて CARATS において「高密度運用に向けた研究」の項目が追加された。

- ③ 高精度衛星航法技術に関し、運航の障害となるプラズマバブル（電離圏異常）の実データを飛行実験により取得し、利用性に対する影響を定量的に示すとともに、INS（慣性航法装置）を用いて補強することにより高カテゴリー精密進入を全天候下で利用性 99%以上の性能で保証できることを実証した。この実証結果は国際規格団体 RTCA にも報告済みである。また CARATS においては、この技術の有効性を踏まえて、「DCPS (Differentially Corrected Positioning Service) と機上装置複合による高信頼空港面内航法の研究開発」の項目が追加された。本技術に関し、「Best Paper Award, ITC-CSCC 2012」を受賞し、1 件の技術移転を実施している。
- ④ 飛行軌道制御技術に関し、GBAS-TAP（地上から航空機に経路データをアップリンクすることで曲線進入を可能とする技術。既存機では装置が対応しておらず、将来技術とされる。）によって設定された曲線経路を実験用航空機で飛行し、従来の直線進入と同等の経路追従精度であることを実証した。実証結果は IGWG においても報告済みである。CARATS においては本技術を発展させる新たな研究開発計画が設定された
- ⑤ 防災・小型機運航技術に関し、災害救援航空機情報共有ネットワーク（D-NET）のユーザ評価を内閣府防災訓練で実施。災害発見から任務情報伝達までの時間を 70%短縮できる効果を実証した。防災関連機関より高い評価を得て、D-NET 機上システムの導入が平成 25 年 4 月より開始された。平成 26 年 4 月には、総務省消防庁において集中管理型消防防災ヘリ動態管理システムの運用が開始され、平成 27 年 3 月現在、総務省消防庁をはじめ 20 の消防防災航空隊に導入済みである。D-NET 情報共有技術の有効性が認められ、CARATS の「機上における情報の充実」の施策において「気象情報」、「交通情報」の 2 課題が実用化に向けた活動として追加となった。本技術に関し、「H26 年度日本航空宇宙学会技術賞」「ジャパン・レジリエンス・アワード 2015」を受賞し、4 件の技術移転を実施している。

特に①及び⑤については学会賞な受賞などの学術的成果だけでなく、ユーザに評価を依頼し、高評価を得て実利用に移っており、産学官連携が成功したことも確認できることから本研究開発の実施結果は高く評価される。一方で、残る 3 つの分野では、得られた成果を国際団体に報告する段階までは達しているが、それが実際に社会に認められるまでは、未だ道のりが長いと考えられる。これらの成果は、JAXA の機上技術側の研究の高いポテンシャルを示したものと解釈できる。プロジェクトとしては終了するが、すでに計画されているような本プロジェクトのフォローアップ作業は非常に重要であり、新たに立ち上がるプロジェクトの陰に埋もれないような活動が今後必要である。

以上より、各研究課題について得られた成果は妥当であり、すべての目標を達成したと判断する。

### (3) 今後の展望

(2) 成果に示された①及び⑤については成果の実利用が開始されており、効率的な運航に貢献しているが、②、③、④については、世界初の実証を達成しつつも、社会実装には時間を要する。もともと航空交通システムは、地上、機上、衛星等の技術が関連し、世界的に共通の基準・規格でなければならないことから、構築には長い期間を要するものである。社会実装に時間を要する技術については DREAMS 終了後も、国際的動向に協調しながら、国内施策及び国際基準へ反映されるよう CARATS や ICAO、RTCA

等への提案を継続し、実運用開始が確実に行われるようにフォローするとともに更なる技術開発を継続していくべきと考える。

将来の航空交通システムの実現に向けては、機上技術側の研究が貢献しうる課題が数多く残されている。今後、特定の課題に拘ることなく、必要性および波及効果の高い研究課題に積極的に取り組むことが期待される。